

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許番号

第2668026号

(45) 発行日 平成 9 年 (1997) 10 月 27 日

(24) 登録日 平成 9 年 (1997) 7 月 4 日

(51) Int.Cl. <sup>9</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
F 0 2 M 25/022			F 0 2 M 25/02	R
43/00			43/00	
			25/02	P
				D
				H

請求項の数 2 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願平3-325890

(22) 出願日 平成 3 年 (1991) 12 月 10 日

(65) 公開番号 特開平5-164003

(43) 公開日 平成 5 年 (1993) 6 月 29 日

(73) 特許権者 000006286

三菱自動車工業株式会社

東京都港区芝五丁目33番 8 号

(73) 特許権者 000006208

三菱重工業株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目 5 番 1 号

(72) 発明者 松良 悦正

東京都港区芝五丁目33番 8 号 三菱自動車工業株式会社内

(72) 発明者 上久保 洋

東京都港区芝五丁目33番 8 号 三菱自動車工業株式会社内

(74) 代理人 弁理士 長門 侃二

審査官 飯塚 直樹

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ディーゼルエンジンの燃料噴射装置

1

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 燃料を圧送する燃料ポンプと、  
水を圧送する水ポンプと、  
前記燃料ポンプ及び前記水ポンプとにより圧送された燃料及び水をエンジンの燃焼室内に噴射する燃料噴射ノズルと、  
前記燃料ポンプから圧送される燃料量を変化させる燃料量変化手段と、  
前記水ポンプから圧送される水量を変化させる水量変化手段と、  
前記エンジンの運転状態に基づいて前記燃料量変化手段を制御する燃料量制御手段と、  
前記エンジンの温度を検出するエンジン温度センサと、  
大気温度を検出する大気温度センサと、  
前記エンジンの負荷を検出するエンジン負荷センサと、

2

前記エンジン温度センサにより検出されたエンジン温度が予め定められた第 1 設定温度より低いとき水の圧送を停止すべく前記水量変化手段を制御すると共に、前記エンジン温度が前記第 1 設定温度以上のとき前記大気温度センサにより検出された大気温度及び前記負荷センサにより検出されたエンジン負荷に基づいて水の圧送を停止或いは圧送量を可変とすべく前記水量変化手段を制御する水量制御手段とを備えたことを特徴とするディーゼルエンジンの燃料噴射装置。

10 【請求項 2】 前記水量制御手段は、前記大気温度センサにより検出された大気温度が予め定められた第 2 設定温度より低いときには、前記大気温度が前記第 2 設定温度以上のときに比べてより高いエンジン負荷から水の圧送を開始すべく前記水量変化手段を制御することを特徴とする、請求項 1 記載のディーゼルエンジンの燃料噴射

### 装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、燃焼室内に燃料と水とを混合噴射して燃焼を行わせる、所謂水噴射型ディーゼルエンジンに好適な、ディーゼルエンジンの燃料噴射装置に関する。

【0002】

【従来の技術】ディーゼルエンジンでは、その燃焼が所謂筒内噴射圧縮着火によって行われるため、排ガスに含まれる各成分の生成メカニズムがガソリン予混合燃焼の場合と異なったものとなる。すなわち、ディーゼルエンジンでは、一般的に燃焼が空気過剰の状態で行なわれ、HCとCOとの排出濃度が比較的低水準になるのに対し、燃焼温度が高くなることからNO<sub>x</sub>が多量に発生する。また、噴射燃焼が行なわれ、燃料蒸気又は極端な過濃度混合気が局所的に高温度雰囲気に晒される結果、燃料分子が熱分解されて炭素粒子が形成されやすい。このため、排ガス中に多量のすすを排出させるという問題がある。特に、高負荷時には、燃焼温度が高くなりNO<sub>x</sub>の発生が促進され、また、低負荷時と比べて燃料密度が高くなることから、上記炭素粒子が再び空気に触れる機会が減少し、より多くのすすが排出されるようになる。

【0003】上記のような問題に対処するため、その燃焼室内に燃料と水とを混合噴射して燃焼を行わせる、所謂水噴射型のディーゼルエンジンが提案されている。この水噴射型ディーゼルエンジンでは、燃料噴射時に燃料と共に水が燃焼室内に噴射されるので、まず、燃焼温度が低下してNO<sub>x</sub>の発生が抑制される。また、水の気化による小爆発、つまり、水の発散現象が起これ、燃焼室内に渦流が生成され、燃焼効率が向上してすすの発生が抑制される。更に、この燃焼効率の向上は燃費を改善させることになる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来のディーゼルエンジンの燃料噴射装置では、水噴射がエンジンの運転状態に係わりなく常時行われているために、例えば、低温時には、燃料混合気への着火性を低下させエンジンの始動を困難にさせると共に、始動後には白煙を排出するという問題がある。また、燃料に対して空気密度が高くなりすすの排出が低減される低温時、或いは、NO<sub>x</sub>とすすとの排出濃度が共に低下する低負荷時等にも水噴射が行われ、水と水噴射装置とが必ずしも効率的に使用されていないという問題がある。

【0005】本発明はこのような問題を解決するためになされたもので、低温始動性を向上させ、また、始動後の白煙の排出を防止すると共に、水と水噴射装置とを効率的に作動させてNO<sub>x</sub>とすすとの排出を抑制するように図ったディーゼルエンジンの燃料噴射装置を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】上述の目的を達成するために、本発明によれば、燃料を圧送する燃料ポンプと、水を圧送する水ポンプと、前記燃料ポンプ及び前記水ポンプにより圧送された燃料及び水をエンジンの燃焼室内に噴射する燃料噴射ノズルと、前記燃料ポンプから圧送される燃料量を変化させる燃料量変化手段と、前記水ポンプから圧送される水量を変化させる水量変化手段と、前記エンジンの運転状態に基づいて前記燃料量変化手段を制御する燃料量制御手段と、前記エンジンの温度を検出するエンジン温度センサと、大気温度を検出する大気温度センサと、前記エンジンの負荷を検出するエンジン負荷センサと、前記エンジン温度センサにより検出されたエンジン温度が予め定められた第1設定温度より低いとき水の圧送を停止すべく前記水量変化手段を制御すると共に、前記エンジン温度が前記第1設定温度以上のとき前記大気温度センサにより検出された大気温度及び前記負荷センサにより検出されたエンジン負荷に基づいて水の圧送を停止或いは圧送量を可変とすべく前記水量変化手段を制御する水量制御手段とを備えたことを特徴とするディーゼルエンジンの燃料噴射装置が提供される。好ましくは、前記水量制御手段は、前記大気温度センサにより検出された大気温度が予め定められた第2設定温度より低いときには、前記大気温度が前記第2設定温度以上のときに比べてより高いエンジン負荷から水の圧送を開始すべく前記水量変化手段を制御することが望ましい。

【0007】

【作用】水量制御手段が、エンジン温度検出値が予め定められた第1設定温度より低いとき、水量変化手段を制御して水の圧送を停止させることによって、エンジン始動時の低温始動性を向上させ、低温始動後又は暖機運転時の白煙排出を低減させる。また、水量制御手段が、エンジン温度検出値が前記第1設定温度以上のとき、大気温度検出値及びエンジン負荷検出値に基づいて水量変化手段を制御し、水の圧送を停止或いは圧送量を可変とさせ、より好ましくは（請求項2の発明）、大気温度検出値が予め定められた第2設定温度より低いときには、大気温度検出値が第2設定温度以上のときに比べてより高いエンジン負荷から水の圧送を開始させることによって、大気温度及びエンジン負荷に応じた適切な水量を設定可能にする。

【0008】

【実施例】以下、本発明の一実施例を図面に基づいて詳細に説明する。図1は、本発明のディーゼルエンジンの燃料噴射装置の具体的構成を示す。図1において符号1は、例えば、4サイクルの水噴射型ディーゼルエンジンの、図示しないシリンダヘッドにシリンダ毎に取り付けられ、燃焼室内に燃料と水とを混合噴射する燃料噴射ノズルを示す。

5

【0009】より詳しくは、燃料噴射ノズル1のノズルホルダ2には、その中心線上に大径のスプリング収容室3と小径のロッド孔4とが上下に連続して穿設されている。つまり、スプリング収容室3がノズルホルダ2の上面に開口し、ロッド孔4がノズルホルダ2の下面に開口している。ロッド孔4には、円柱状に形成されその上部に円板状のスプリング座5を一体に備えて成るブッシュロッド6が、スプリング収容室3側から摺動自在に嵌挿されている。スプリング収容室3の開口端にはアジャストスクリュー8が挿入螺合される一方、スプリング座5とアジャストスクリュー8との間にはブッシュスプリング7が介装され、ブッシュロッド6を図示下方に付勢している。このブッシュスプリング7の付勢力は、アジャストスクリュー8を回転させることにより調整することができる。また、ノズルホルダ2の上部には、水パイプ30と燃料パイプ31とを接続する接続端9、10が、夫々突出形成されている。

【0010】次に、略錐形に形成されたノズル11には、その下部に2つの円板状の空洞部、つまり、水溜り12と燃料溜り13とが上下2層に設けられ、また、ノズル11の上面から水溜り12を貫通して燃料溜り13に開口するガイドホール14が穿設されている。このガイドホール14はノズルホルダ2のロッド孔4より大径に形成され、ガイドホール14内にはノズルニードル15が上方から摺動自在に且つ液密に嵌挿されている。ノズルニードル15はその下端部が錐形に形成される一方、上端部にはロッド孔4に嵌挿できる円柱状の突出端16が形成されている。ノズル11の下端部にはその先端が略半球形状の凸部17が突出形成され、凸部17の先端には燃料と水とを燃焼室内に所要角度で噴射する噴口18が複数個だけ穿設されている。また、各噴口18は夫々、凸部17内に穿設された連通孔19に連通し、連通孔19は燃料溜り13に開口している。

【0011】そして、ノズル11はリテイニングナット20に嵌合され、リテイニングナット20がノズルホルダ2に螺合されて、ノズル11がノズルホルダ2に液密に取り付けられている。ここで、ノズル11の上面とノズルホルダ2の下面とは密接している一方、ノズルニードル15の突出端16がロッド孔4に嵌挿されてブッシュロッド6に当接し、ノズルニードル15がブッシュスプリング7によって常時下方に付勢されている。これにより、ノズルニードル15の錐形部14aが連通孔19の開口端19aに当接し、本燃料噴射ノズル1を開弁させる。また、ノズル11の噴口18は、リテイニングナット20の下端部に形成された開口21を挿通し、燃焼室内に臨んで突出している。

【0012】さらに、ノズル11の燃料溜り13とノズルホルダ2の接続端10は、ノズル11とノズルホルダ2とに連続して穿設されたフィードホール22によって連通され、フィードホール22は水溜り12を貫通して

6

いる。また、ノズル11の水溜り12とノズルホルダ2の接続端9は、ノズル11とノズルホルダ2とに連続して穿設されたフィードホール23によって連通され、このフィードホール23には接続端9から水溜り12への水流のみを許容する逆止弁24が介装されている。

【0013】次に、燃料噴射ノズル1の接続端9、10には、夫々、水パイプ30と燃料パイプ31とを介して水ポンプ40と燃料ポンプ70とが接続されている。まず、水ポンプ40は、図2に示されるように、所謂列型の容量型ポンプで構成され、ポンプハウジング41の下部には、図示しないクランクシャフトに連動するカムシャフト42がベアリング43を介して回転自在に軸支され、このカムシャフト42にはカム44が一体に形成されている。カム44の上方には、ポンプハウジング41に摺動自在に嵌挿されたタペット45が配設され、このタペット45には、カム44のカム面を転動するタペットローラ46が回転自在に軸支されている。タペット45の上端部にはプランジャ47が固着され、プランジャ47はカム44の回転によりタペット45と一体に上下に往復運動する。プランジャ47の下部に形成されたロウスプリングシート48とポンプハウジング41に固着されたアップスプリングシート49との間にはプランジャスプリング50が介装され、プランジャ47がこのプランジャスプリング50によって常時下方に付勢されている。プランジャ47の上部は、略円筒状のコントロールスリーブ51の中に上下に摺動自在に且つ回転自在に嵌挿され、また、コントロールスリーブ51の上部はポンプハウジング41に回転自在に嵌挿されている。コントロールスリーブ51の外周面にはピニオンギア52が形成され、このピニオンギア52は、ポンプハウジング41の中を摺動自在に挿通するラック53と噛合している。このため、コントロールスリーブ51はラック53に駆動されてポンプハウジング41とプランジャ47とに対して回転自在である。そして、コントロールスリーブ51内のプランジャ47の上方空間が、水ポンプ40のシリンダ室66を形成している。

【0014】プランジャ47の上端部の外周面には、螺旋状の溝、つまり、コントロールグループ54が形成される一方、コントロールスリーブ51の側壁にはフィードホール55、55が穿設され、これらフィードホール55、55の内側開口端は、プランジャ47が下死点にあるとき、プランジャ47の上端面と略面一である。また、ポンプハウジング41にはコントロールスリーブ51を囲んで水溜り56が形成され、水溜り56にはフィードホール55、55の外側開口端が開口し、水溜り56は水供給口68に連通している。すなわち、水供給口68とフィードホール55、55とは、コントロールスリーブ51の回転位置に係わりなく水溜り56を介して常時連通している。

【0015】次に、ポンプハウジング41の上端部には

50

7

デリバリバルブホルダ57が液密に固着され、デリバリバルブホルダ57の内部にはバルブ収容室58が設けられている。このバルブ収容室58には、デリバリバルブ60とデリバリバルブスプリング59とが収容されている。バルブ収容室58とシリンダ室66はバルブガイド孔67により連通され、バルブガイド孔67にはデリバリバルブ60のガイド部61が摺動自在に嵌挿されている。また、バルブガイド孔67のバルブ収容室58側の開口端には、デリバリバルブ60の円錐状のバルブ部62がデリバリバルブスプリング59に付勢されて当接し、デリバリバルブ60が開弁される。また、バルブ収容室58とシリンダ室66とはバイパス路63によっても連通され、バイパス路63にはバルブ収容室58からシリンダ室66への水流のみを許容する逆止弁64が介装されている。バルブ収容室58は水ポンプ40の吐出口65に連通し、デリバリバルブ60が開弁するとシリンダ室66と吐出口65とが連通する。

【0016】また、水ポンプ40には、図1に示されるように、ラックアクチュエータ（水噴射量変化手段）80が装着されている。ラックアクチュエータ80は、コントローラ（制御手段）90に電氣的に接続されコントローラ90の電気信号により制御されて、水ポンプ40のラック53を所要位置にまで移動させることができる。すなわち、ラックアクチュエータ80はコントローラ90に制御されて、後述するように、ラック53、ピニオンギア52を介してプランジャ51を回動させ、水ポンプ40の吐出量を零から、少なくとも最大エンジン負荷 $L_{max}$ 時の噴射量にまで連続的に変化させることができる。

【0017】一方、燃料ポンプ70は、図3に示されるように、水ポンプ40と同様の列型の容量型ポンプで構成されている。従って、ここではその詳細な説明を省略するが、後述するように、カム71がカム44とは異なった形状に形成されている。また、上述した燃料噴射ノズル1、水ポンプ40、燃料ポンプ70に対しては、水腐食を防止するため、耐食材料の採用やメッキ処理等の防錆処理などが適宜に施されている。

【0018】燃料ポンプ70には、図1に示されるように、ラックアクチュエータ81が装着されている。ラックアクチュエータ81もコントローラ90に電氣的に接続され、コントローラ90の電気信号により制御されて、水ポンプ40のラックアクチュエータ80の場合と同様に、燃料ポンプ70の吐出量を零から、少なくとも最大エンジン負荷 $L_{max}$ 時の燃料噴射量と水噴射量との合計分の吐出量にまで連続的に変化させることができる。

【0019】コントローラ90には、この他、エンジンの回転数を検出するエンジン回転数センサ91、エンジンの負荷を検出するエンジン負荷センサ92、大気温度を検出する大気温度センサ93、エンジン冷却水の温度

8

を検出する冷却水温度センサ94等が接続され、エンジン回転数センサ91が検出したエンジン回転数 $N_e$ 、エンジン負荷センサ92が検出したエンジン負荷 $L$ 、大気温度センサ93が検出した大気温度 $T_a$ 、冷却水温度センサ94が検出したエンジン冷却水温度 $T_w$ 等がコントローラ90に入力されている。つまり、エンジン回転数センサ91とエンジン負荷センサ92と大気温度センサ93と冷却水温度センサ94とによりエンジン運転状態検出手段が構成され、コントローラ90はこれらのセンサが検出したエンジンの運転状態に基づいて水ポンプ40のラックアクチュエータ80を制御し、水ポンプ40の吐出量、つまり、燃料噴射ノズル1から噴射される水噴射量を変化させる。ここで、上記のエンジン負荷センサ92は、例えば、アクセルの踏込量を検出するアクセル開度センサ等から成る。

【0020】次に、コントローラ90により実行される水噴射量制御の手順を、図4乃至図11を参照して説明する。コントローラ90は、まず、エンジン回転数センサ91が検出したエンジン回転数 $N_e$ と、エンジン負荷センサ92が検出したエンジン負荷 $L$ と、大気温度センサ93が検出した大気温度 $T_a$ と、冷却水温度センサ94が検出したエンジン冷却水温度 $T_w$ とを読み込む（ステップS10）。

【0021】次に、コントローラ90は、冷却水温度センサ94が検出したエンジン冷却水温度 $T_w$ が所定設定温度 $T_{wo}$ 未満であるか否かを判定する（ステップS20）。この所定設定温度 $T_{wo}$ とは、エンジン冷却水温度 $T_w$ がこの温度以上にあるとき水噴射を行っても、エンジン始動時の燃料混合気への着火が迅速に行なわれ、エンジンの始動性が良好に保たれる温度であり、また、エンジンの始動後に白煙が排出されないような温度である。

【0022】ステップS20の判定結果が肯定（Yes）の場合には、水噴射量 $Q_w$ が零に設定される（ステップS80）。すなわち、この場合には、燃料噴射時に燃料のみが燃料噴射ノズル1から噴射されることになる。また、ステップS20の判定結果が否定（No）の場合には、次に、大気温度センサ93が検出した大気温度 $T_a$ が所定設定温度 $T_{ao}$ を超えているか否かが判定される（ステップS30）。ここで、所定設定温度 $T_{ao}$ とは、大気温度 $T_a$ がこの温度以下にあるとき、燃料に対して吸入空気密度が十分に高くなり、水噴射を実施しなくてもすすの排出が低水準に保たれる温度である。

【0023】そして、ステップS30の判定結果が肯定の場合には、次に図5を参照し、ステップS10で検出したエンジン回転数 $N_e$ とエンジン負荷 $L$ とにより定まるエンジンの運転状態が、図5に示される水噴射領域にあるか否かが判定される（ステップS40）。ここで、図5は、大気温度 $T_a$ が所定設定温度 $T_{ao}$ を超えている場合、つまり、通常運転時における、エンジン回転数 $N$

10

20

30

40

50

eとエンジン負荷Lと水噴射領域との関係を示す特性図であり、エンジン負荷Lが零と最大負荷 $L_{max}$ との略中間に設けられた所定設定負荷 $L_a$ 以上にあるとき、エンジン回転数 $N_e$ に係わりなく、水噴射を行うことを規定している。

【0024】一方、ステップS30の判定結果が否定の場合には、次に図6を参照し、ステップS10で検出したエンジン回転数 $N_e$ とエンジン負荷Lとにより定まるエンジンの運転状態が、図6に示される水噴射領域にあるか否かが判定される(ステップS50)。ここで、図6は、大気温度 $T_a$ が所定設定温度 $T_{ao}$ 以下の場合、つまり、低温運転時における、エンジン回転数 $N_e$ とエンジン負荷Lと水噴射領域との関係を示す特性図であり、エンジン負荷Lが最大負荷 $L_{max}$ と上述した通常運転時における所定設定負荷 $L_a$ との略中間に設けられた所定設定負荷 $L_b$ 以上にあるとき、エンジン回転数 $N_e$ に係わりなく、水噴射を行うことを規定している。

【0025】ステップS40の判定結果が否定の場合、又は、ステップS50の判定結果が否定の場合には、水噴射量 $Q_w$ が零に設定される(ステップS80)。そして、燃料噴射時には燃料のみが、後述する図7又は図8に基づいてエンジン負荷Lに対応して求められる燃料噴射量 $Q_f$ だけ、噴射されることになる。また、ステップS40の判定結果が肯定の場合には、例えば、図7を参照して水噴射量 $Q_w$ が演算され(ステップS60)、同時に燃料噴射量 $Q_f$ も求められる。ここで、図7は、大気温度 $T_a$ が所定設定温度 $T_{ao}$ を超えている場合、つまり、通常運転時における、エンジン負荷Lと燃料噴射量 $Q_f$ およびエンジン負荷Lと水噴射量 $Q_w$ との夫々の関係を示す特性図であり、一例として、エンジン回転数 $N_e$ が一定値 $N_{eo}$ にある場合について示している。つまり、エンジン負荷Lと燃料噴射量 $Q_f$ およびエンジン負荷Lと水噴射量 $Q_w$ との夫々の関係は、エンジン回転数 $N_e$ に応じて適宜に設定されている。そして、図7によれば、エンジン負荷Lが零から最大負荷 $L_{max}$ にまで変化するとき、燃料噴射量 $Q_f$ はアイドル時の燃料噴射量 $Q_{f1}$ から通常運転時における最大噴射量 $Q_{f2}$ にまでLの略一次関数として増加するように設定されている一方、水噴射量 $Q_w$ は、エンジン負荷Lが上述した $L_a$ から最大負荷 $L_{max}$ にまで変化するとき、 $Q_{w1}$ から通常運転時における最大噴射量 $Q_{w2}$ にまでLの略一次関数として増加するように設定されている。

【0026】また、ステップS50の判定結果が肯定の場合には、例えば、図8を参照して水噴射量 $Q_w$ が演算され(ステップS70)、同時に燃料噴射量 $Q_f$ も求められる。ここで、図8は、大気温度 $T_a$ が所定設定温度 $T_{ao}$ 以下の場合、つまり、低温運転時における、エンジン負荷Lと燃料噴射量 $Q_f$ およびエンジン負荷Lと水噴射量 $Q_w$ との夫々の関係を示す特性図であり、一例として、エンジン回転数 $N_e$ が一定値 $N_{eo}$ にある場合につい

て示している。この場合にも、エンジン負荷Lと燃料噴射量 $Q_f$ およびエンジン負荷Lと水噴射量 $Q_w$ との夫々の関係が、エンジン回転数 $N_e$ に応じて適宜に設定されている。そして、図8によれば、エンジン負荷Lが零から最大負荷 $L_{max}$ にまで変化するとき、燃料噴射量 $Q_f$ はアイドル時の燃料噴射量 $Q_{f3}$ から低温運転時における最大噴射量 $Q_{f4}$ にまでLの略一次関数として増加するように設定されている一方、水噴射量 $Q_w$ は、エンジン負荷Lが上述した $L_b$ から最大負荷 $L_{max}$ にまでの間、一定値 $Q_{w3}$ に設定されている。

【0027】そして、コントローラ90は、ステップS60乃至S80のいずれかにより演算された水噴射量 $Q_w$ に基づいて水ポンプ40のラックアクチュエータ80を作動させ、上記水噴射量 $Q_w$ が水ポンプ40から吐出されるように水ポンプ40のコントロールラック53を偪動させる(ステップS90)。そして、コントロールラック53が偪動すると水ポンプ40は次のように作動する。つまり、コントロールラック53はビニオンギア52を介してコントロールスリーブ51を回動させ、コントロールスリーブ51が回動するとコントロールスリーブ51とプランジャ47との位置関係が変化して、コントロールスリーブ51のフィードホール55、55の内側開口端とコントロールグループ54の溝が連通するまでのプランジャ47のストローク量に変化する。なお、コントロールスリーブ51のフィードホール55、55の内側開口端とコントロールグループ54の溝が連通するまでのプランジャ47のストローク量に変化したときに水噴射量 $Q_w$ が変化する理由については、後述する。以上により、水噴射量制御の当該ルーチンは終了し、プログラムはリターンされる。

【0028】また、コントローラ90は、噴射量 $Q_f$ だけの燃料が燃料噴射ノズル1から噴射されるようにラックアクチュエータ81を制御し、燃料ポンプ40のコントロールラック74を偪動させる。次に、燃料噴射量 $Q_f$ と水噴射量 $Q_w$ とがコントローラ90によって上記のように制御された本燃料噴射装置において、燃料噴射と水噴射とが次のように行われる。

【0029】まず、燃料噴射直後における燃料噴射ノズル1内の燃料と水との充填状況を図9に示す。このとき、燃料噴射ノズル1のノズルニードル15はブッシュ、スプリング7に付勢され、燃料溜り13に形成された連通路19の開口端に当接して、燃料噴射ノズル1は閉弁している。そして、燃料は燃料溜り13とフィードホール22に充填し、水は水溜り12とフィードホール23に充填している。また、逆止弁24は閉弁している。

【0030】そして、水ポンプ40のプランジャ47は、燃料噴射直後にカム44の作動により下死点にある。このときシリンダ室66には、水供給口68、水溜り56、フィードホール55、55を介して水が供給されている。そして、燃料噴射が完了し、燃料噴射ノズル

11

1のノズルニードル15が完全に閉弁した後の膨張行程時に、カム軸42が図示しないグラランクシャフトに連動してカム44を回転させ、タベットローラ46、タベット45を介してプランジャ47をプランジャスプリング50の付勢力に抗して上方に押動する。すると、プランジャ47がフィードホール55、55の内側開口端を閉塞し、フィードホール55、55とシリンダ室66とが遮断されると共に、このプランジャ47の上方への動きによりシリンダ室66内の水が徐々に加圧される。そして、シリンダ室66内の水圧が所要圧にまで加圧されると、デリバリバルブ60がデリバリバルブスプリング59の付勢力に抗して開弁する。このとき逆止弁64は閉弁しているため、シリンダ室66内の水は吐出口65から吐出される。ここで、水ポンプ40の吐出圧は燃料噴射ノズル1の逆止弁24と燃料ポンプ70の逆止弁72との開弁圧よりも夫々高く、且つ、燃料噴射ノズル1のノズルニードル15の開弁圧よりも低く設定されており、また、このような吐出圧が得られるようにデリバリバルブスプリング59の付勢力が調整されている。

【0031】また、燃料ポンプ70のプランジャ73は燃料噴射時に上死点に急速に移動する一方、燃料噴射時以外は下死点に停止している。このようなプランジャ73の作動が得られるように、カム71が形成されている。そして、上記のように水ポンプ40から水が吐出され始めると、燃料噴射ノズル1の逆止弁24と燃料ポンプ70の逆止弁72とが開弁される一方、燃料噴射ノズル1のノズルニードル15は依然として閉弁状態に保たれている。また、上記のように燃料ポンプ70のプランジャ73は下死点にあるため、フィードホール22内の燃料圧は水圧より低く、このため、水は逆止弁24と水溜り12とを介して燃料側のフィードホール22に進入する。そして、水ポンプ40のコントロールグループ54の螺旋状の溝がフィードホール55、55の内側開口端にまで上昇したとき、コントロールグループ54を介してシリンダ室66とフィードホール55、55とが連通し、シリンダ室66内の水圧が水溜り56の水圧にまで低下して、デリバリバルブ60がデリバリバルブスプリング59の付勢力によって開弁する。以後、プランジャ47が上死点に達するまでシリンダ室66とフィードホール55、55との連通状態が維持され、シリンダ室66内の水圧は水溜り56の水圧と同圧に保たれる。

【0032】以上により、水ポンプ40はプランジャ47の下死点位置からコントロールグループ54の溝がフィードホール55、55の内側開口端に到達した位置までのシリンダ室66の容積分、つまり、ステップS60又はステップS70により演算された水噴射量Q。だけの水が吐出されたことになる。ここで、水噴射量Q。が零のときは、コントロールスリーブ51のフィードホール55、55の内側開口端とコントロールグループ54の溝が常時連通しており、カム42がプランジャ47を

12

上方に押動しても、デリバリバルブ60がデリバリバルブスプリング59の付勢力によって閉弁したままである。このため、水ポンプ40から水は吐出されない。

【0033】さて、噴射量Q。だけの水がフィードホール22内に図5に示される如く注入され終えると、水ポンプ40の吐出圧が低下して燃料噴射ノズル1の逆止弁24が閉弁し水の逆流が禁止され、また、燃料ポンプ70の逆止弁72も閉弁する。そして、次の燃料噴射時まで噴射量Q。だけの水が燃料噴射ノズル1のフィードホール22内に収容される。また、上記の水ポンプ40による水の吐出は、燃料噴射ノズル1のノズルニードル15が開弁した後の膨張行程時に開始され、排気行程と吸気行程とを経て、ノズルニードル15が開弁する以前の圧縮行程時まで継続される。そして、水ポンプ40による水の吐出が、このように緩やかに行われるようにカム44が形成され、瞬間的に水圧が上昇して燃料噴射ノズル1のノズルニードル15が開弁することが未然に防止されている。

【0034】次に、燃料噴射時に、燃料ポンプ70が水ポンプ40と同様に作動して所定量Q<sub>t</sub>の燃料を吐出させる。すると、燃料噴射ノズル1のノズルニードル15の錐形部14aに加わる燃料圧により、ノズルニードル15がブッシュスプリング7の付勢力に抗して開弁し、図6に示されるように、まず、燃料噴射ノズル1の燃料溜り13に流入していた燃料Q<sub>fp</sub>が噴射され、続いて、フィードホール22内に注入されていた水Q<sub>w</sub>が噴射され、最後に、フィードホール22内の上記水Q<sub>w</sub>より燃料ポンプ70側に充満していた燃料Q<sub>fs</sub>が噴射されて燃料噴射が完了する。このとき、上記のQ<sub>t</sub>、Q<sub>f</sub>、Q<sub>f</sub>p、Q<sub>w</sub>、Q<sub>fs</sub>に関し、次式(1)、(2)および(3)が成立する。

$$Q_t = Q_{fp} + Q_w \quad \dots (1)$$

$$Q_f = Q_{fp} + Q_{fs} \quad \dots (2)$$

$$Q_t \geq Q_{fp} + Q_w \quad \dots (3)$$

ここで、Q<sub>f</sub>は、燃料噴射ノズル1から実際に噴射される燃料の噴射量である。また、Q<sub>fp</sub>は水の噴射量Q<sub>w</sub>に係わりなく常時一定である。そして、水の噴射量Q<sub>w</sub>を変化させると燃料ポンプ70の吐出量Q<sub>t</sub>を変化させる必要があり、また、吐出量Q<sub>t</sub>がQ<sub>fp</sub>とQ<sub>w</sub>との合計分以上でなければならないのは、水をQ<sub>w</sub>だけ確実に噴射させ、燃料溜り13に水を残留させないようにするためである。

【0036】そして、上記のようにして一回の燃料および水の噴射が完了すると、燃料噴射ノズル1内の燃料と水との充填状態は再び上述した図4の状態に戻る。このように本燃料噴射装置では、低温始動時には水噴射が禁止され、燃料混合気への着火性が良好に保たれると共に、始動後には白煙が排出されないように図られている。また、燃焼温度が低く且つ燃料密度が低いためにN

NOxとすすとの排出濃度が共に低減される低負荷時に水噴射が行われず、真に水噴射が所望される高負荷時にのみ水噴射が行われて、水と水噴射装置とが効率的に使用されてNOxとすすとの低減が図られている。

【0037】なお、本発明のディーゼルエンジンの燃料噴射装置は、上述した一実施例に限定されるものではなく、種々の変形が可能である。例えば、燃料噴射ノズル1、水ポンプ40、燃料ポンプ70、ラックアクチュエータ80、81等の構成は上記に限定されるものではなく、夫々適宜に変更してよい。例えば、水ポンプ40は、必ずしも燃料ポンプ70と同型の列型ポンプでなくともよいし、また、列型の容量型ポンプでなくともよい。更に、水ポンプ40は容量型ポンプでなくともよく、例えば、水ポンプを定圧型の水ポンプ120で構成し、図12に示されるように、水ポンプ120と燃料噴射ノズル1との間に制御バルブ（水噴射量変化手段）121を配設するようにしてもよい。この制御バルブ121は、例えば、コントローラ90により制御されて内蔵するバルブを通電時間だけ開弁し、水ポンプ120から燃料噴射ノズル1へ供給される水量を零から、少なくとも最大エンジン負荷 $L_{max}$ 時の噴射量にまで連続的に変化させるものであってもよい。

【0038】また、上述した実施例中の、図5ないしは図6により規定される水噴射領域を、エンジン負荷 $L$ のみならずエンジン回転数 $N_e$ によっても変動するように、設定してもよい。そして、上述した実施例中のコントローラ90は、必ずしも上記のように水噴射量と燃料噴射量とを同時に制御するコントローラでなくともよく、水噴射量だけを制御するコントローラであってもよいし、また、水噴射量と共にエンジンの全ての作動を制御するコントローラであってもよい。

【0039】更に、上述した実施例中の図7と図8とに示される燃料噴射量、 $Q_{f1}$ と $Q_{f3}$ 、ないしは、 $Q_{f2}$ と $Q_{f4}$ は、異なる値であってもよいし同一値であってもよい。また、図8中の水噴射量 $Q_{w3}$ は、図7中の水噴射量 $Q_{w1}$ 又は $Q_{w2}$ と異なる値であってもよいし、或いは、その一方と同一値であってもよい。そして、本燃料噴射装置は2サイクルディーゼルエンジンにも適用することができる。

【0040】

【発明の効果】以上詳細に説明したように、本発明のディーゼルエンジンの燃料噴射装置において、水量制御手段が、エンジン温度検出値が予め定められた第1設定温度より低いとき、水量変化手段を制御して水の圧送を停止させ、エンジン温度検出値が前記第1設定温度以上のとき、大気温度検出値及びエンジン負荷検出値に基づいて水量変化手段を制御し、水の圧送を停止或いは圧送量を可変とさせる。これにより、真に水噴射が所望されるエンジンの運転状態時に、例えば、NOxとすすとが特に多量に排出される高エンジン負荷時等にものみ水噴射を

行なわせることができるので、水と水噴射装置とを効率的に作動させNOxとすすとの排出を実効的に抑制することができる一方、水噴射による弊害が発生するエンジンの運転状態時、つまり、燃料混合気の着火性が低下する低温始動時、始動後の低エンジン温度時或いは低大気温度時等には水噴射を禁止することができるので、低温始動性を向上させ、白煙の排出を防止することができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

10 【図1】本発明のディーゼルエンジンの燃料噴射装置の具体的構成を示すブロック図である。

【図2】図1中の水ポンプ40の要部の構成を示す側面断面図である。

【図3】図1中の燃料ポンプ70の要部の構成を示す側面断面図である。

【図4】図1中のコントローラ90により実行される水噴射量制御の手順を示すフローチャートである。

【図5】通常運転時における、エンジン回転数 $N_e$ とエンジン負荷 $L$ と水噴射領域との関係を示す特性図である。

【図6】低温運転時における、エンジン回転数 $N_e$ とエンジン負荷 $L$ と水噴射領域との関係を示す特性図である。

【図7】通常運転時における、エンジン負荷 $L$ と燃料噴射量 $Q_f$ およびエンジン負荷 $L$ と水噴射量 $Q_w$ との、夫々の関係を示す特性図である。

【図8】低温運転時における、エンジン負荷 $L$ と燃料噴射量 $Q_f$ およびエンジン負荷 $L$ と水噴射量 $Q_w$ との、夫々の関係を示す特性図である。

30 【図9】図1中の燃料噴射ノズル1の、燃料噴射直後の燃料と水との充填状態を示す側面断面図である。

【図10】図1中の燃料噴射ノズル1の、燃料噴射直前の燃料と水との充填状態を示す側面断面図である。

【図11】図1中の燃料噴射ノズル1から噴射される、燃料と水との単位時間当たりの噴射量と経過時間との関係を示す特性図である。

【図12】本発明のディーゼルエンジンの燃料噴射装置の、別の構成を示すブロック図である。

【符号の説明】

- 40 1 燃料噴射ノズル
- 40 40 水ポンプ
- 53 3 コントロールラック
- 70 70 燃料ポンプ
- 74 4 コントロールラック
- 80 0 ラックアクチュエータ（水噴射量変化手段）
- 81 1 ラックアクチュエータ
- 90 0 コントローラ（制御手段）
- 91 1 エンジン回転数センサ（運転状態検出手段）
- 92 2 エンジン負荷センサ（運転状態検出手段）
- 50 93 大気温度（運転状態検出手段）

15

94 冷却水温度(運転状態検出手段)

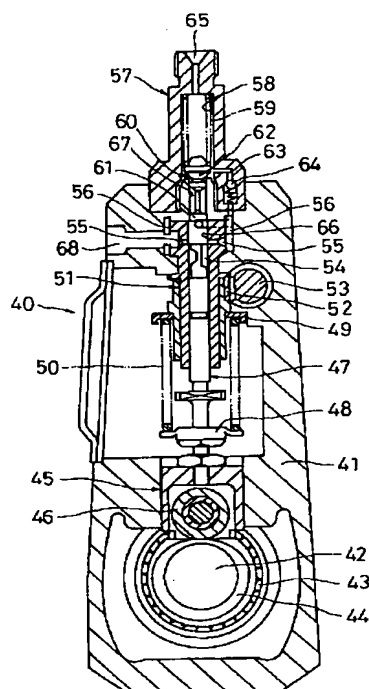
120 水ポンプ

16

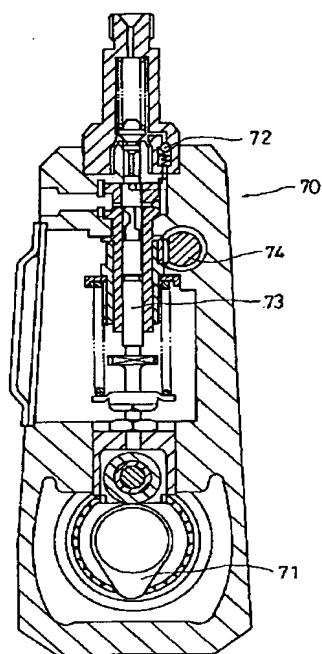
\* 121 制御バルブ(水噴射量変化手段)

\*

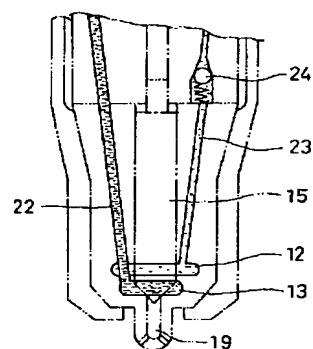
【図2】



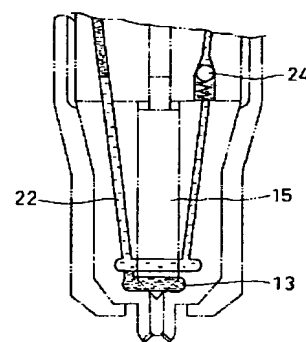
【図3】



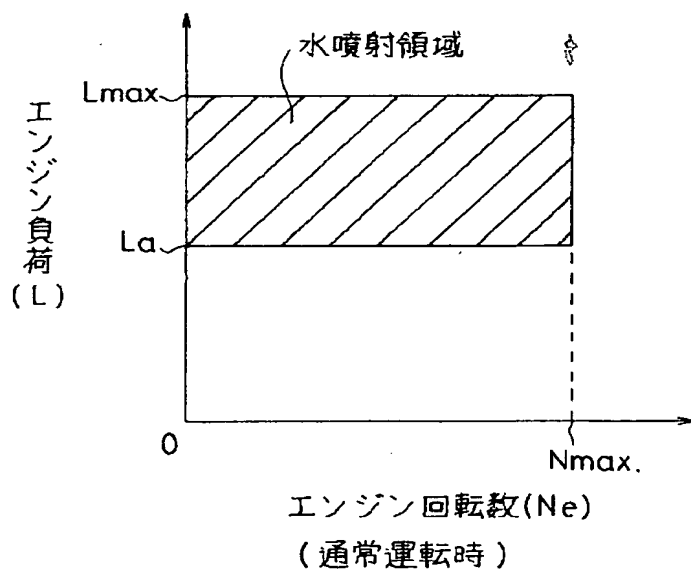
【図9】



【図10】

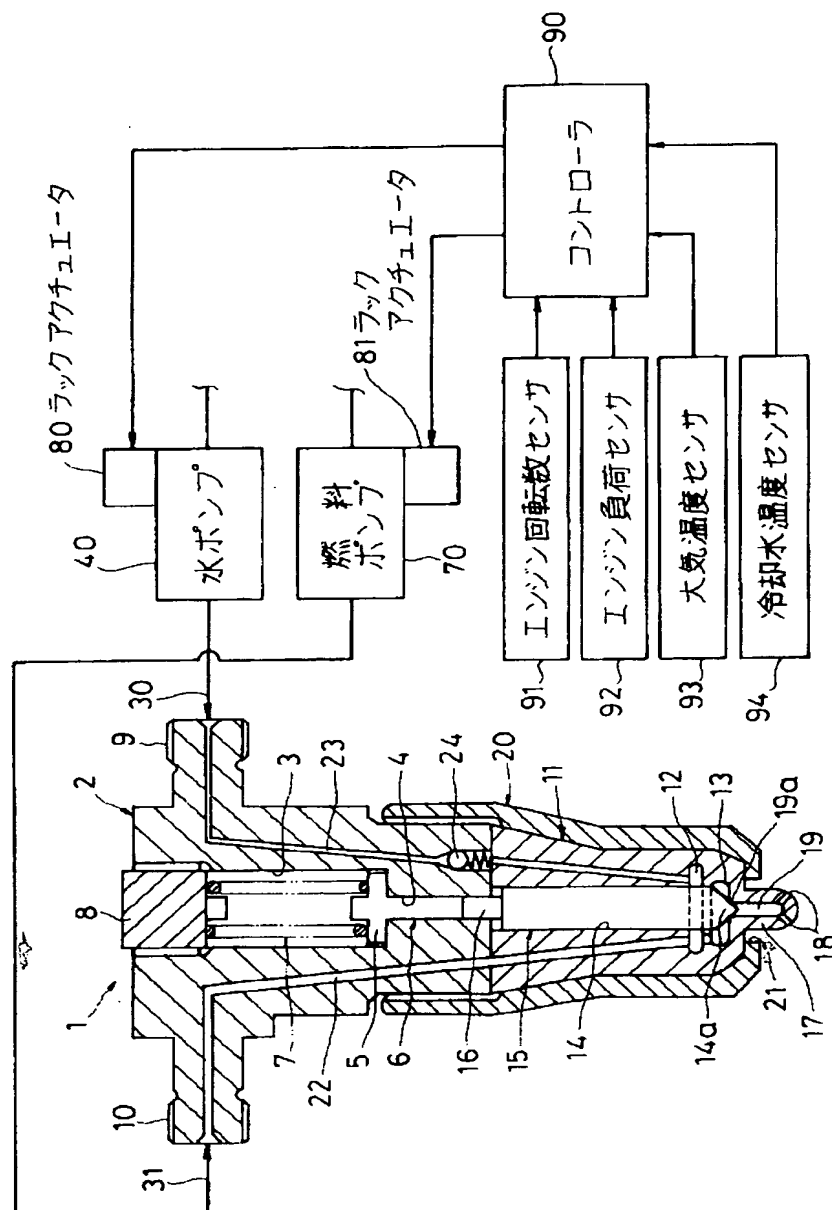


【図5】

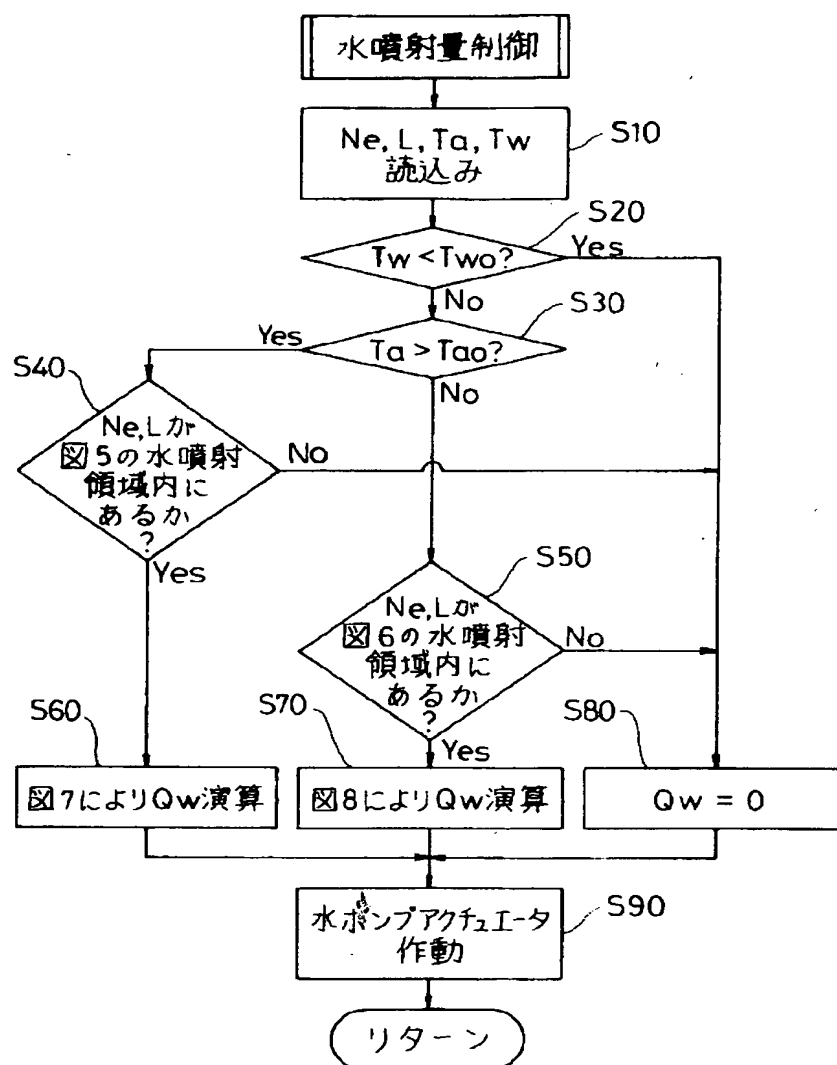




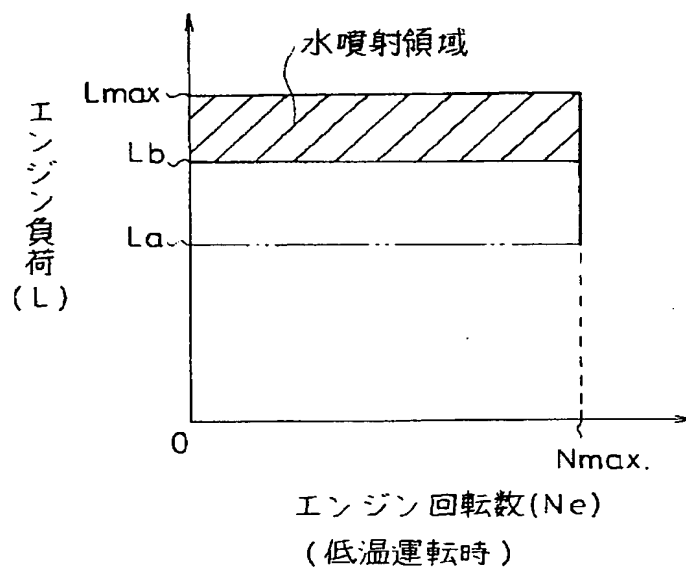
【図1】



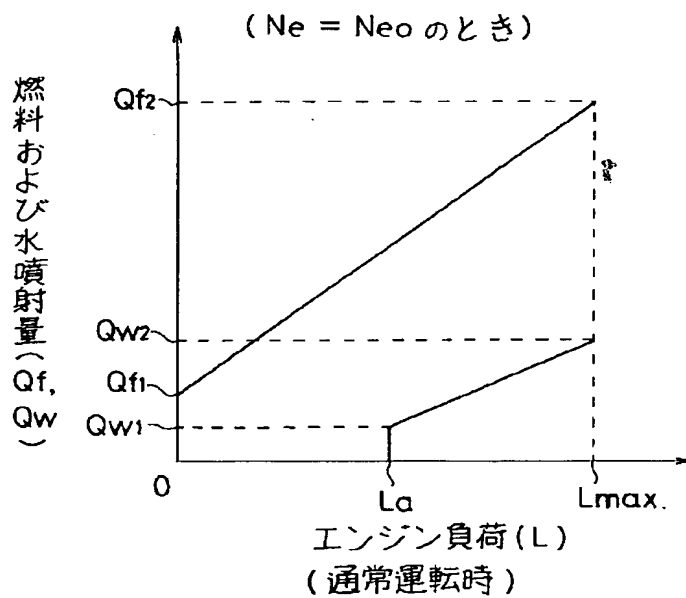
【図4】



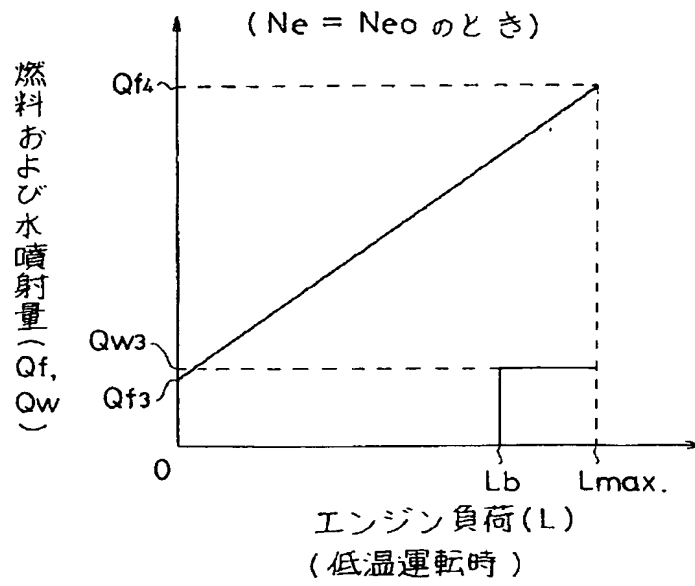
【図6】



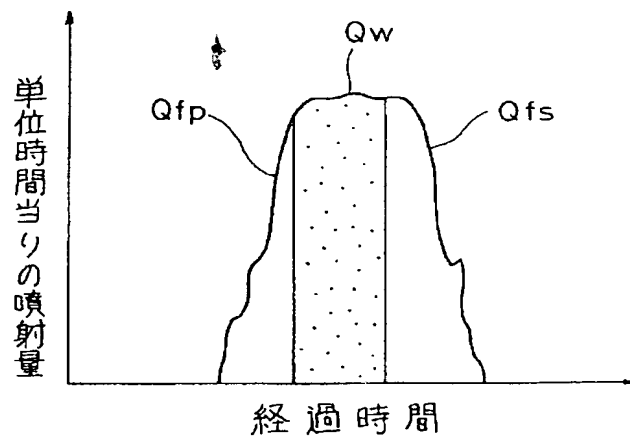
【図7】



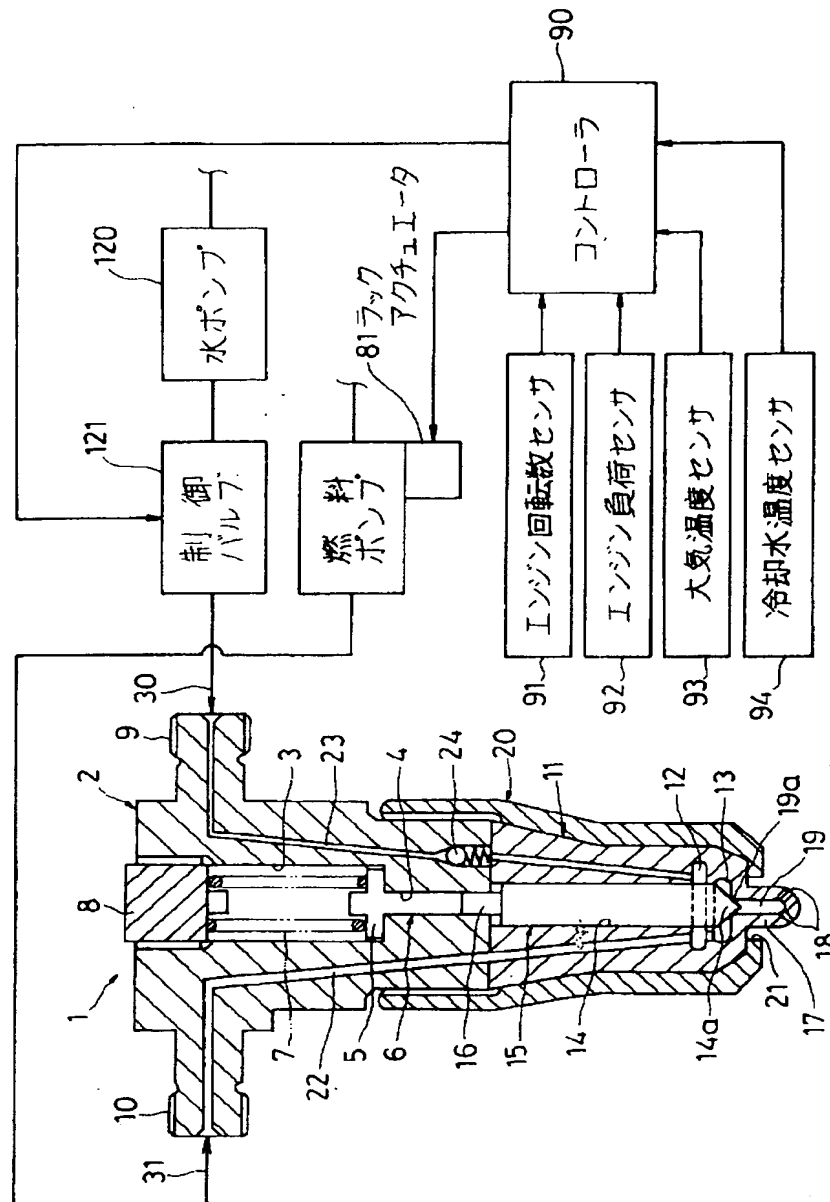
【図8】



【図11】



【図12】



フロントページの続き

(72)発明者 中島 政吉  
東京都千代田区丸の内2丁目5番1号  
三菱重工業株式会社内

(56)参考文献 特開 昭62-7961 (JP, A)  
実開 平2-107760 (JP, U)  
特公 昭56-47378 (JP, B2)

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] In the fuel injection equipment of the diesel power plant equipped with the fuel injection nozzle which injects the fuel and water which were fed with the fuel pump which feeds a fuel, the water pump which feeds water, and said fuel pump and said water pump to an engine combustion chamber An amount change means of water injection to change the amount of water injection injected from said fuel injection nozzle, The fuel injection equipment of the diesel power plant characterized by having an operational status detection means to detect engine operational status, and the control means which controls said amount change means of water injection based on the operational status of the engine which said operational status detection means detected.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the suitable fuel injection equipment of a diesel power plant for the so-called water-injection mold diesel power plant burned by carrying out mixed injection of a fuel and the water at a combustion chamber.

[0002]

[Description of the Prior Art] By the diesel power plant, since the combustion is performed by the so-called injection compression ignition in a cylinder, it becomes a different thing from the case where the generation mechanism of each component contained in exhaust gas is gasoline premixed combustion. That is, by the diesel power plant, generally, combustion is performed in the condition that air is superfluous, and to the discharge concentration of HC and CO becoming comparatively low level, since combustion temperature becomes high, NOx occurs so much.

Moreover, injection combustion is performed, fuel vapor or whenever [ extreme ] rich, as a result of exposing gaseous mixture to a high temperature ambient atmosphere locally, the pyrolysis of the fuel molecule is carried out and a carbon particle is easy to be formed. For this reason, the problem of making a lot of soot discharge is in exhaust gas. Especially, at the time of a heavy load, since combustion temperature becomes high, and generating of NOx is promoted and a fuel consistency becomes high compared with the time of a low load, the opportunity for the above-mentioned carbon particle to touch air again decreases, and more soot comes to be discharged.

[0003] the above -- in order to cope with a problem [ like ], the so-called water-injection type burned by carrying out mixed injection of a fuel and the water at the combustion chamber of diesel power plant is proposed. By this water-injection mold diesel power plant, since water is injected by the combustion chamber with a fuel at the time of fuel injection, first, combustion temperature falls and generating of NOx is controlled. Moreover, the small explosion by evaporation of water, i.e., the emission phenomenon of water, takes place, a vortex is generated by the combustion chamber, combustion efficiency improves, and generating of soot is controlled. Furthermore, the improvement in this combustion efficiency makes fuel consumption improved.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] since [ however, ] water injection is always performed with respect to engine operational status in the fuel injection equipment of the conventional diesel power plant that there is nothing -- for example, the time of low temperature -- a fuel -- while reducing the ignitionability to gaseous mixture and making engine starting difficult, the problem of discharging white smoke is after starting. Moreover, air density becomes high to a fuel, water injection is performed at the time of the low temperature at which discharge of soot is reduced, or the low load with which both the discharge concentration of NOx and soot falls etc., and there is a problem that water and a water injection system are not necessarily used efficiently.

[0005] While this invention was made in order to solve such a problem, and it raises low-temperature startability and preventing discharge of the white smoke after starting, it aims at offering the fuel injection equipment of the diesel power plant planned so that water and a water

injection system might be operated efficiently and discharge with NOx and soot might be controlled.

[0006]

[Means for Solving the Problem] The fuel pump which feeds a fuel according to this invention in order to attain the above-mentioned purpose, In the fuel injection equipment of the diesel power plant equipped with the fuel injection nozzle which injects the fuel and water which were fed with the water pump which feeds water, and said fuel pump and said water pump to an engine combustion chamber An amount change means of water injection to change the amount of water injection injected from said fuel injection nozzle, It is characterized by having an operational status detection means to detect engine operational status, and the control means which controls said amount change means of water injection based on the operational status of the engine which said operational status detection means detected.

[0007]

[Function] In the fuel injection equipment of an above-mentioned diesel power plant, a control means operates the amount change means of water injection based on the operational status of the engine which the operational status detection means detected, and changes the amount of water injection injected from a fuel injection nozzle. the time of the operational status of the engine which can be made by this to perform water injection at the time of the operational status of the engine with which it asks for water injection truly, for example, the high engine load with which NOx and soot are discharged especially so much, etc., and the evil by water injection generates, for example, a fuel, -- water injection can be forbidden at the time of low-temperature starting to which the ignitionability to gaseous mixture falls.

[0008]

[Example] Hereafter, one example of this invention is explained to a detail based on a drawing. Drawing 1 shows the concrete configuration of the fuel injection equipment of the diesel power plant of this invention. In drawing 1, a sign 1 is attached in the cylinder head which the water-injection mold diesel power plant of a four cycle does not illustrate for every cylinder, and shows the fuel injection nozzle which carries out mixed injection of a fuel and the water to a combustion chamber.

[0009] In more detail, on the center line, the spring hold room 3 of a major diameter and the rod hole 4 of a minor diameter continue up and down, and are drilled by the nozzle holder 2 of a fuel injection nozzle 1. That is, the spring hold room 3 carries out opening to the top face of a nozzle holder 2, and the rod hole 4 is carrying out opening to the inferior surface of tongue of a nozzle holder 2. The push rod 6 which is formed in the shape of a cylinder and grows the disc-like spring seat 5 into the upper part in preparation for one is fitted in the rod hole 4 free [ \*\*\*\* ] from the spring hold room 3 side. While insertion screwing of the adjusting screw 8 is carried out in the opening edge of the spring hold room 3, the pusher spring 7 is infixed between the spring seat 5 and an adjusting screw 8, and the push rod 6 is energized in the illustration lower part. The energization force of this pusher spring 7 can be adjusted by rotating an adjusting screw 8. Moreover, protrusion formation of the end connections 9 and 10 which connect the water pipe 30 and the fuel pipe 31 is carried out in the upper part of a nozzle holder 2, respectively.

[0010] Next, the guide holes 14 which two disc-like cavernous sections 12, i.e., puddle, and \*\*\*\*\* 13 are prepared in the lower part vertical two-layer one, and penetrate a puddle 12 from the top face of a nozzle 11, and carry out opening to \*\*\*\*\* 13 are drilled by the nozzle 11 formed in the \*\*\*\* form. these guide holes 14 are formed in a major diameter from the rod hole 4 of a nozzle holder 2 -- having -- the inside of guide holes 14 -- a nozzle needle 15 -- \*\*\*\* from the upper part -- free -- and liquid -- it is fitted in densely. The protrusion edge 16 of the shape of a cylinder which can fit a nozzle needle 15 in the rod hole 4 at the upper limit section while the lower limit section is formed in a drill form is formed. The heights 17 of an abbreviation semi-sphere configuration project [ the tip ] in the lower limit section of a nozzle 11, it is formed in it, and the nozzle hole 18 which injects a fuel and water at a necessary include angle to a combustion chamber is drilled at the tip of heights 17 only for plurality. Moreover, each nozzle hole 18 is open for free passage to the free passage hole 19 drilled in heights 17, respectively, and is carrying out opening of the free passage hole 19 to \*\*\*\*\* 13.



[0011] and fitting of the nozzle 11 is carried out to a retaining nut 20, and a retaining nut 20 screws it in a nozzle holder 2 -- having -- a nozzle 11 -- a nozzle holder 2 -- liquid -- it is attached densely. Here, while the top face of a nozzle 11 and the inferior surface of tongue of a nozzle holder 2 are close, the protrusion edge 16 of a nozzle needle 15 is fitted in the rod hole 4, a push rod 6 is contacted, and the nozzle needle 15 is always caudad energized with the pusher spring 7. Thereby, cone-shaped part 14a of a nozzle needle 15 contacts opening edge 19a of the free passage hole 19, and carries out clausilium of this fuel injection nozzle 1. Moreover, the nozzle hole 18 of a nozzle 11 inserted in the nozzle-hole hole 21 formed in the lower limit section of a retaining nut 20, and has projected it to the combustion chamber.

[0012] Furthermore, \*\*\*\*\* 13 of a nozzle 11 and the end connection 10 of a nozzle holder 2 were opened for free passage by the feed hole 22 which followed the nozzle 11 and the nozzle holder 2 and was drilled, and the feed hole 22 has penetrated the puddle 12. Moreover, the puddle 12 of a nozzle 11 and the end connection 9 of a nozzle holder 2 are opened for free passage by the feed hole 23 which followed the nozzle 11 and the nozzle holder 2 and was drilled, and the check valve 24 which permits only the stream from an end connection 9 to a puddle 12 is infixed in this feed hole 23.

[0013] Next, the water pump 40 and the fuel pump 70 are connected to the end connections 9 and 10 of a fuel injection nozzle 1 through the water pipe 30 and the fuel pipe 31, respectively. First, as a water pump 40 is shown in drawing 2, it consists of so-called volume delivery pumps of a sequence type, the cam shaft 42 interlocked with the crankshaft which is not illustrated is supported to revolve by the lower part of pump housing 41 free [ rotation ] through bearing 43, and the cam 44 is formed in this cam shaft 42 at one. Tabet 45 fitted in pump housing 41 free [ \*\*\*\* ] is arranged above a cam 44, and the TABETTO roller 46 rolling on the cam side of a cam 44 is supported to revolve by this Tabet 45 free [ rotation ]. A plunger 47 fixes in Tabet's 45 upper limit section, and a plunger 47 reciprocates up and down to one with Tabet 45 by rotation of a cam 44. A plunger spring 50 is infixed between the ROWASU pulling sheet 48 formed in the lower part of a plunger 47, and the upper spring seat 49 which fixed to pump housing 41, and the plunger 47 is always caudad energized with this plunger spring 50. The upper part of a plunger 47 is fitted in free [ \*\*\*\* ] and free [ rotation ] up and down into the approximately cylindrical control sleeve 51, and the upper part of a control sleeve 51 is fitted in pump housing 41 free [ rotation ]. The pinion gear 52 was formed in the peripheral face of a control sleeve 51, and this pinion gear 52 meshes with the rack 53 which inserts in the inside of pump housing 41 free [ \*\*\*\* ]. For this reason, a control sleeve 51 can be driven on a rack 53, and can be freely rotated to pump housing 41 and a plunger 47. And the headroom of the plunger 47 in a control sleeve 51 forms the cylinder room 66 of a water pump 40.

[0014] While the spiral slot 54, i.e., a control groove, is formed in the peripheral face of the upper limit section of a plunger 47, the feed holes 55 and 55 are drilled by the side attachment wall of a control sleeve 51, and the inside opening edge of these feed holes 55 and 55 is the upper limit side and abbreviation flush of a plunger 47, when a plunger 47 is in a bottom dead point. Moreover, a control sleeve 51 is surrounded to pump housing 41, a puddle 56 is formed, the outside opening edge of the feed holes 55 and 55 carries out opening to a puddle 56, and the puddle 56 is open for free passage to the water feed hopper 68. That is, the water feed hopper 68 and the feed holes 55 and 55 are always open for free passage [ that there is nothing ] through a puddle 56 with respect to the rotation location of a control sleeve 51.

[0015] next -- the upper limit section of pump housing 41 -- the delivery valve holder 57 -- liquid -- it fixes densely and the bulb hold room 58 is established in the interior of the delivery valve holder 57. The delivery valve 60 and the delivery valve spring 59 are held in this bulb hold room 58. The bulb hold room 58 and the cylinder room 66 are opened for free passage with the valve-guide hole 67, and the guide section 61 of a delivery valve 60 is fitted in the valve-guide hole 67 free [ \*\*\*\* ]. Moreover, the conic bulb section 62 of a delivery valve 60 is energized by the delivery valve spring 59, and contacts the opening edge by the side of the bulb hold room 58 of the valve-guide hole 67, and clausilium of the delivery valve 60 is carried out. Moreover, the bulb hold room 58 and the cylinder room 66 are opened for free passage by the bypass way 63, and the check valve 64 which permits only the stream from the bulb hold room 58 to the cylinder

room 66 is infixed in the bypass way 63. The bulb hold room 58 is open for free passage to the delivery 65 of a water pump 40, and if a delivery valve 60 opens, the cylinder room 66 and a delivery 65 will open it for free passage.

[0016] Moreover, the water pump 40 is equipped with the rack actuator (the amount change means of water injection) 80 as shown in drawing 1. It connects with a controller (control means) 90 electrically, and the rack actuator 80 is controlled by the electrical signal of a controller 90, and can move the rack 53 of a water pump 40 even to a necessary location. That is, the rack actuator 80 can rotate a plunger 51 through a rack 53 and the pinion gear 52, and can change the discharge quantity of a water pump 40 from zero even to the injection quantity at the time of maximum engine load  $L_{max}$ . continuously at least so that it may be controlled by the controller 90 and may mention later.

[0017] On the other hand, the fuel pump 70 consists of a water pump 40 and a volume delivery pump of the same sequence type, as shown in drawing 3. Therefore, although the detailed explanation is omitted here, it is formed in the configuration where cams 71 differed in the cam 44 so that it may mention later. Moreover, in order to prevent water corrosion to the fuel injection nozzle 1 mentioned above, a water pump 40, and a fuel pump 70, rustproofing, such as adoption of a corrosion resistant material and plating processing, etc. is performed suitably.

[0018] The fuel pump 70 is equipped with the rack actuator 81 as shown in drawing 1. It connects with a controller 90 electrically, the rack actuator 81 is also controlled by the electrical signal of a controller 90, and the discharge quantity of a fuel pump 70 can be continuously changed from zero even to the totaled discharge quantity of the fuel oil consumption at the time of maximum engine load  $L_{max}$ ., and the amount of water injection at least like the case of the rack actuator 80 of a water pump 40.

[0019] In addition to this, the engine speed sensor 91 which detects an engine engine speed, the engine load sensor 92 which detects an engine load, the atmospheric temperature sensor 93 which detects atmospheric temperature, and cooling water temperature sensor which detects temperature of engine cooling water 94 grade are connected to a controller 90. whenever [ engine-coolant water temperature / which engine load  $L$  which the engine speed  $N_e$  which the engine speed sensor 91 detected, and the engine load sensor 92 detected, the atmospheric temperature  $T_a$  which the atmospheric temperature sensor 93 detected, and the cooling water temperature sensor 94 detected ] —  $T_w$  etc. — it is inputted into the controller 90. That is, an engine operation condition detection means is constituted by an engine speed sensor 91, the engine load sensor 92, the atmospheric temperature sensor 93, and the cooling water temperature sensor 94, and a controller 90 controls the rack actuator 80 of a water pump 40 based on the operational status of the engine which these sensors detected, and changes the discharge quantity of water injection of a water pump 40, i.e., the amount injected from a fuel injection nozzle 1. Here, the above-mentioned engine load sensor 92 consists of the accelerator opening sensor which detects the amount of treading in of an accelerator.

[0020] Next, the procedure of the amount control of water injection performed by the controller 90 is explained with reference to drawing 4 thru/or drawing 11. A controller 90 is the engine speed  $N_e$  which the engine speed sensor 91 detected first. Engine load  $L$  which the engine load sensor 92 detected, and atmospheric temperature  $T_a$  which the atmospheric temperature sensor 93 detected It is  $T_w$  whenever [ engine-coolant water temperature / which the cooling water temperature sensor 94 detected ]. It reads (step S10).

[0021] Next, a controller 90 is  $T_w$  whenever [ engine-coolant water temperature / which the cooling water temperature sensor 94 detected ]. It judges whether it is under the predetermined laying temperature  $T_{wo}$  (step S20). this predetermined laying temperature  $T_{wo}$  — whenever [ engine-coolant water temperature ] —  $T_w$  when it is beyond this temperature, even if it performs water injection — the fuel at the time of engine starting — it is the temperature to which ignition to gaseous mixture is quickly carried out, and engine startability is kept good, and is the temperature by which white smoke is not discharged after engine starting.

[0022] When the judgment result of step S20 is affirmation (Yes), it is the amount  $Q_w$  of water injection. It is set as zero (step S80). That is, only a fuel will be injected from a fuel injection nozzle 1 in this case at the time of fuel injection. Moreover, atmospheric temperature  $T_a$  which

the atmospheric temperature sensor 93 detected when the judgment result of step S20 was negation (No) next It is judged whether it is over the predetermined laying temperature  $T_{ao}$  (step S30). Here, it is atmospheric temperature  $T_a$  in the predetermined laying temperature  $T_{ao}$ . When it is below in this temperature, even if inhalation air density becomes high enough to a fuel and it does not carry out water injection, discharge of soot is the temperature kept low level.

[0023] And engine speed  $N_e$  detected at step S10 with reference to drawing 5 next when the judgment result of step S30 was affirmation It is judged whether the operational status of the engine which becomes settled by engine load  $L$  is in the water-injection field shown in drawing 5 (step S40). Here, drawing 5 is atmospheric temperature  $T_a$ . Predetermined setting load  $L_a$  with which it is the property Fig. usually showing the relation between the engine speed  $N_e$  and engine load  $L$  at the time of operation, and a water-injection field when it is over the predetermined laying temperature  $T_{ao}$  that is, and engine load  $L$  was prepared in the abbreviation middle of zero and the maximum load  $L_{max}$  When it is above, with respect to an engine speed  $N_e$ , there is nothing and it has specified performing water injection.

[0024] Engine speed  $N_e$  detected at step S10 with reference to drawing 6 next on the other hand when the judgment result of step S30 was negation It is judged whether the operational status of the engine which becomes settled by engine load  $L$  is in the water-injection field shown in drawing 6 (step S50). Here, drawing 6  $R > 6$  is atmospheric temperature  $T_a$ . When it is below the predetermined laying temperature  $T_{ao}$ , That is, it is the property Fig. showing the relation between the engine speed  $N_e$  and engine load  $L$  at the time of low-temperature operation, and a water-injection field. Engine load  $L$  is the maximum load  $L_{max}$ . Usually predetermined-setting load  $L_a$  at the time of operation mentioned above Predetermined setting load  $L_b$  prepared in the abbreviation middle When it is above, with respect to an engine speed  $N_e$ , there is nothing and it has specified performing water injection.

[0025] When the judgment result of step S40 is negation, or when the judgment result of step S50 is negation, it is the amount  $Q_w$  of water injection. It is set as zero (step S80). and fuel oil consumption  $Q_f$  asked only for a fuel corresponding to engine load  $L$  based on drawing 7 or drawing 8 mentioned later at the time of fuel injection only -- it will be injected. Moreover, when the judgment result of step S40 is affirmation, drawing 7 is referred to, and it is the amount  $Q_w$  of water injection. It calculates (step S60) and is fuel oil consumption  $Q_f$  to coincidence. It asks. Here, drawing 7 is atmospheric temperature  $T_a$ . Engine load [ at the time of operation ]--usually  $L$  and fuel oil consumption  $Q_f$  when it is over the predetermined laying temperature  $T_{ao}$  that is, And engine load  $L$  and the amount  $Q_w$  of water injection It is the property Fig. showing each relation, and is an engine speed  $N_e$  as an example. The case where it is in constant value  $N_{eo}$  is shown. That is, engine load  $L$  and fuel oil consumption  $Q_f$  And engine load  $L$  and the amount  $Q_w$  of water injection Each relation is an engine speed  $N_e$ . It responds and is set up suitably. And when engine load  $L$  changes even to maximum load  $L_{max}$ . from zero according to drawing 7 , Fuel oil consumption  $Q_f$  While being set up so that it may increase from the fuel oil consumption  $Q_{f1}$  at the time of an idle even to the usually maximum-injection quantity  $Q_{f2}$  at the time of operation as a linear function of  $L$  the amount  $Q_w$  of water injection  $L_a$  which engine load  $L$  mentioned above from -- when changing even to maximum load  $L_{max}$ ., it is set up so that it may increase from  $Q_{w1}$  even to the usually maximum-injection quantity  $Q_{w2}$  at the time of operation as a linear function of  $L$ .

[0026] Moreover, when the judgment result of step S50 is affirmation, drawing 8 is referred to, and it is the amount  $Q_w$  of water injection. It calculates (step S70) and is fuel oil consumption  $Q_f$  to coincidence. It asks. Here, drawing 8 is atmospheric temperature  $T_a$ . Engine load  $L$  and fuel oil consumption  $Q_f$  at the time of low-temperature operation when it is below the predetermined laying temperature  $T_{ao}$  that is, And engine load  $L$  and the amount  $Q_w$  of water injection It is the property Fig. showing each relation, and is an engine speed  $N_e$  as an example. The case where it is in constant value  $N_{eo}$  is shown. Also in this case, engine load  $L$  and fuel oil consumption  $Q_f$  And engine load  $L$  and the amount  $Q_w$  of water injection Each relation is an engine speed  $N_e$ . It responds and is set up suitably. and the time of engine load  $L$  changing even to maximum load  $L_{max}$ . from zero according to drawing 8 -- fuel oil consumption  $Q_f$  while being set up so that it may increase even to the maximum injection quantity  $Q_{f4}$  at the time of low-temperature

operation as a linear function of  $L$  from the fuel oil consumption  $Q_{f3}$  at the time of an idle — the amount  $Q_w$  of water injection  $L_b$  which engine load  $L$  mentioned above from — it is set as maximum load  $L_{max}$ . by constant value  $Q_{w3}$  between until.

[0027] And a controller 90 is the amount  $Q_w$  of water injection calculated by step S60 thru/or either of S80. It is based, the rack actuator 80 of a water pump 40 is operated, and it is the above-mentioned amount  $Q_w$  of water injection. The control rack 53 of a water pump 40 is made to \*\*\*\* so that it may be breathed out from a water pump 40 (step S90). And if the control rack 53 \*\*\*\*, a water pump 40 will operate as follows. That is, if the control rack 53 rotates a control sleeve 51 through the pinion gear 52 and a control sleeve 51 rotates it, the physical relationship of a control sleeve 51 and a plunger 47 will change, and the amount of strokes of the plunger 47 until the inside opening edge of the feed holes 55 and 55 of a control sleeve 51 and the slot of the control groove 54 are open for free passage changes. In addition, when the amount of strokes of the plunger 47 until the inside opening edge of the feed holes 55 and 55 of a control sleeve 51 and the slot of the control groove 54 are open for free passage changes, it is the amount  $Q_w$  of water injection. About the reason for changing, it mentions later. The routine concerned of the amount control of water injection is ended, and the return of the program is carried out by the above.

[0028] Moreover, a controller 90 is the injection quantity  $Q_f$ . The rack actuator 81 is controlled so that a fuel is injected from a fuel injection nozzle 1, and the control rack 74 of a fuel pump 70 is made to \*\*\*\*. Next, fuel oil consumption  $Q_f$  The amount  $Q_w$  of water injection In this fuel injection equipment controlled as mentioned above, fuel injection and water injection are performed as follows by the controller 90.

[0029] First, the restoration situation of the fuel in the fuel injection nozzle 1 immediately after fuel injection and water is shown in drawing 9. At this time, the nozzle needle 15 of a fuel injection nozzle 1 is energized by the pusher spring 7, contacts the opening edge of the free passage hole 19 formed in \*\*\*\*\* 13, and is closing the fuel injection nozzle 1. And it was [ fuel ] full of \*\*\*\*\* 13 and the feed hole 22, and is [ water ] full of the puddle 12 and the feed hole 23. Moreover, the check valve 24 is closed.

[0030] And the plunger 47 of a water pump 40 is in a bottom dead point by actuation of a cam 44 immediately after fuel injection. At this time, water is supplied to the cylinder room 66 through the water feed hopper 68, a puddle 56, and the feed holes 55 and 55. And by the way, the crankshaft which a cam shaft 42 does not illustrate is interlocked with, a cam 44 is rotated, and through the TABETTO roller 46 and Tabet 45, the expansion line after fuel injection is completed and the nozzle needle 15 of a fuel injection nozzle 1 closes the valve completely resists the energization force of a plunger spring 50, and pushes a plunger 47 up. Then, while a plunger 47 blockades the inside opening edge of the feed holes 55 and 55 and the feed holes 55 and 55 and the cylinder room 66 are intercepted, the water in the cylinder room 66 is gradually pressurized by the motion to the upper part of this plunger 47. And if the water pressure in the cylinder room 66 is pressurized by even required pressure, a delivery valve 60 will resist the energization force of the delivery valve spring 59, and will open. Since the check valve 64 is closed at this time, the water in the cylinder room 66 is breathed out from a delivery 65. Here, the energization force of the delivery valve spring 59 is adjusted so that the discharge pressure of a water pump 40 may be set up lower than the injection-valve opening pressure of the nozzle needle 15 of a fuel injection nozzle 1 and such a discharge pressure may be obtained respectively more highly than the injection-valve opening pressure of the check valve 24 of a fuel injection nozzle 1, and the check valve 72 of a fuel pump 70.

[0031] Moreover, while the plunger 73 of a fuel pump 70 moves to a top dead center quickly at the time of fuel injection, it has stopped to the bottom dead point except the time of fuel injection. The cam 71 is formed so that actuation of such a plunger 73 may be acquired. And if water begins to be breathed out from a water pump 40 as mentioned above, while the check valve 24 of a fuel injection nozzle 1 and the check valve 72 of a fuel pump 70 will be opened, the nozzle needle 15 of a fuel injection nozzle 1 is still maintained at the clausilium condition. Moreover, as mentioned above, since the plunger 73 of a fuel pump 70 is in a bottom dead point, with water pressure, the fuel pressure in the feed hole 22 is low, and, for this reason, water

advances into the feed hole 22 by the side of a fuel through a check valve 24 and a puddle 12. And when the spiral slot of the control groove 54 of a water pump 40 goes up even at the inside opening edge of the feed holes 55 and 55, the cylinder room 66 and the feed holes 55 and 55 are open for free passage through the control groove 54, the water pressure in the cylinder room 66 falls even to the water pressure of a puddle 56, and a delivery valve 60 closes the valve according to the energization force of the delivery valve spring 59. Henceforth, the free passage condition of the cylinder room 66 and the feed holes 55 and 55 is maintained until a plunger 47 reaches a top dead center, and the water pressure in the cylinder room 66 is maintained at the water pressure and this \*\* of a puddle 56.

[0032] It is the amount QW of water injection which calculated the water pump 40 by the above by a part for the volume S60, i.e., the step, and step S70 of the cylinder room 66 to the location where the slot of the control groove 54 arrived at the inside opening edge of the feed holes 55 and 55 from the bottom dead point location of a plunger 47. It means that water was breathed out. Here, it is the amount QW of water injection. When it is zero, even if the inside opening edge of the feed holes 55 and 55 of a control sleeve 51 and the slot of the control groove 54 were always open for free passage and the cam 42 pushed the plunger 47 up, the delivery valve 60 has closed the valve according to the energization force of the delivery valve spring 59. For this reason, water is not breathed out from a water pump 40.

[0033] Now, injection quantity QW If it finishes being poured in as water is shown in the feed hole 22 at drawing 5, the discharge pressure of a water pump 40 will fall, the check valve 24 of a fuel injection nozzle 1 will close the valve, and the back flow of water will be forbidden, and the check valve 72 of a fuel pump 70 will also be closed. And it is the injection quantity QW till next fuel injection. Water is held in the feed hole 22 of a fuel injection nozzle 1. Moreover, more by the way, the expansion line after the nozzle needle 15 of a fuel injection nozzle 1 closes the valve begins, the regurgitation of the water by the above-mentioned water pump 40 passes like an inhalation-of-air line like an exhaust air line, and it is continued till the compression stroke before a nozzle needle 15 opens. And it is prevented beforehand that a cam 44 is formed so that the regurgitation of the water by the water pump 40 may be performed gently in this way, water pressure rises momentarily, and the nozzle needle 15 of a fuel injection nozzle 1 opens.

[0034] Next, a fuel pump 70 operates like a water pump 40 at the time of fuel injection, and it is the specified quantity Qt. A fuel is made to breathe out. With then, the fuel pressure which joins cone-shaped part 14a of the nozzle needle 15 of a fuel injection nozzle 1 As a nozzle needle 15 resists the energization force of the pusher spring 7, and opens and it is shown in drawing 6 First, the fuel Qfp which was flowing into \*\*\*\*\* 13 of a fuel injection nozzle 1 is injected. Then, water Qw poured in into the feed hole 22 It is injected and is the above-mentioned water Qw in the feed hole 22 to the last. The fuel Qfs it was [ fuel ] full of the fuel pump 70 side is injected, and fuel injection is completed. At this time, it is related with above-mentioned Qt, Qf, Qfp, Qw, and Qfs, and is a degree type (1), (2) and (3) are materialized.

[0035]

$$Q_t = Q_f + Q_w \dots (1)$$

$$Q_f = Q_{fp} + Q_{fs} \dots (2)$$

$$Q_t > Q_{fp} + Q_w \dots (3)$$

Here, it is Qf. It is the injection quantity of the fuel actually injected from a fuel injection nozzle 1. Moreover, Qfp is the injection quantity Qw of water. It is involved and is always regularity that there is nothing. And injection quantity Qw of water If it is made to change, it is the discharge quantity Qt of a fuel pump 70. It is necessary to make it change and, and is discharge quantity Qt. Qfp and Qw It is for only Qw's making water inject certainly and making it not make water remain to \*\*\*\*\* 13 that it must be more than a sum total part.

[0036] And if one injection of a fuel and water is completed as mentioned above, the restoration condition of the fuel in a fuel injection nozzle 1 and water will return to the condition of drawing 4 again mentioned above. thus, in this fuel injection equipment, water injection forbids at the time of low-temperature starting -- having -- a fuel -- while the ignitionability to gaseous mixture is kept good, after starting, it is planned so that white smoke may not be discharged. Moreover, since [ that combustion temperature is low and ] the fuel consistency is low, water injection is

not performed at the time of the low load with which both the discharge concentration of NO<sub>x</sub> and soot is reduced, but water injection is performed only at the time of the heavy load with which it asks for water injection truly, water and a water injection system are used efficiently, and reduction with NO<sub>x</sub> and soot is achieved.

[0037] In addition, the fuel injection equipment of the diesel power plant of this invention is not limited to one example mentioned above, and various deformation is possible for it. For example, the configuration of a fuel injection nozzle 1, a water pump 40, a fuel pump 70, the rack actuator 80, and 81 grades is not limited above, and may be changed suitably, respectively. For example, water pumps 40 do not necessarily need to be a fuel pump 70 and a sequence-type pump of isomorphism, and do not need to be volume delivery pumps of a sequence type. Furthermore, a water pump 40 does not need to be a volume delivery pump, for example, constitutes a water pump from a water pump 120 of a constant-pressure mold, and you may make it arrange the control bulb (the amount change means of water injection) 121 between a water pump 120 and a fuel injection nozzle 1, as shown in drawing 12. Only the resistance welding time opens the bulb which this control bulb 121 is controlled by the controller 90, and is built in, and the amount of water supplied to a fuel injection nozzle 1 from a water pump 120 may be continuously changed from zero even to the injection quantity at the time of maximum engine load  $L_{max}$ . at least.

[0038] Moreover, the water-injection field specified by drawing 5 or drawing 6 in the example mentioned above may be set up so that it may change not only by engine load  $L$  but by the engine speed  $N_e$ . And the controller 90 in the example mentioned above may not necessarily be a controller which controls the amount of water injection, and fuel oil consumption to coincidence as mentioned above, may be a controller which controls only the amount of water injection, and may be a controller which controls all engine actuation with the amount of water injection.

[0039] Furthermore, the fuel oil consumption shown in drawing 7 and drawing 8 in the example mentioned above,  $Q_{f1}$  and  $Q_{f3}$ , or  $Q_{f2}$  and  $Q_{f4}$  may be a different value, and they may be the same value. Moreover, the amount  $Q_{w3}$  of water injection in drawing 8 may be a different value from the amount  $Q_{w1}$  of water injection in drawing 7, or  $Q_{w2}$ , or may be the same value as one of these. And this fuel injection equipment is applicable also to a two-cycle diesel power plant.

[0040]

[Effect of the Invention] As explained to the detail above, in the fuel injection equipment of the diesel power plant of this invention, a control means controls the amount change means of water injection based on the operational status of the engine which the operational status detection means detected, and changes the amount of water injection injected from a fuel injection nozzle. Since water injection can be made by this to perform at the time of the operational status of the engine with which it asks for water injection truly, for example, the high engine load with which NO<sub>x</sub> and soot are discharged especially so much, etc. While water and a water injection system can be operated efficiently and discharge with NO<sub>x</sub> and soot can be controlled effectually the time of the operational status of the engine which the evil by water injection generates, i.e., a fuel, -- since water injection can be forbidden at the time of low-temperature starting to which the ignitionability of gaseous mixture falls, low-temperature startability is raised and the effectiveness that discharge of white smoke can be prevented is done so.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

### [Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the block diagram showing the concrete configuration of the fuel injection equipment of the diesel power plant of this invention.

[Drawing 2] It is the side-face sectional view showing the configuration of the important section of the water pump 40 in drawing 1 .

[Drawing 3] It is the side-face sectional view showing the configuration of the important section of the fuel pump 70 in drawing 1 .

[Drawing 4] It is the flow chart which shows the procedure of the amount control of water injection performed by the controller 90 in drawing 1 .

[Drawing 5] Usually, it is the property Fig. showing the relation between the engine speed  $N_e$  and engine load  $L$  at the time of operation, and a water-injection field.

[Drawing 6] It is the property Fig. showing the relation between the engine speed  $N_e$  and engine load  $L$  at the time of low-temperature operation, and a water-injection field.

[Drawing 7] Usually, engine load  $L$  and fuel oil consumption  $Q_f$  at the time of operation And engine load  $L$  and the amount  $Q_w$  of water injection It is the property Fig. showing each relation.

[Drawing 8] Engine load  $L$  and fuel oil consumption  $Q_f$  at the time of low-temperature operation And engine load  $L$  and the amount  $Q_w$  of water injection It is the property Fig. showing each relation.

[Drawing 9] It is the side-face sectional view showing the restoration condition of the fuel immediately after fuel injection of the fuel injection nozzle 1 in drawing 1 , and water.

[Drawing 10] It is the side-face sectional view showing the restoration condition of the fuel in front of fuel injection of the fuel injection nozzle 1 in drawing 1 , and water.

[Drawing 11] It is the property Fig. showing the relation between the injection quantity per unit time amount of the fuel and water which are injected from the fuel injection nozzle 1 in drawing 1 , and elapsed time.

[Drawing 12] It is the block diagram showing another configuration of the fuel injection equipment of the diesel power plant of this invention.

### [Description of Notations]

1 Fuel Injection Nozzle

40 Water Pump

53 Control Rack

70 Fuel Pump

74 Control Rack

80 Rack Actuator (the Amount Change Means of Water Injection)

81 Rack Actuator

90 Controller (Control Means)

91 Engine Speed Sensor (Operational Status Detection Means)

92 Engine Load Sensor (Operational Status Detection Means)

93 Atmospheric Temperature (Operational Status Detection Means)

94 Circulating Water Temperature (Operational Status Detection Means)

120 Water Pump

121 Control BARUPU (the Amount Change Means of Water Injection)

---

[Translation done.]